

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-055934

(43)Date of publication of application : 27.02.2001

(51)Int.Cl.

**F02D 13/02**

F01L 1/34

(21)Application number : 11-230430

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 17.08.1999

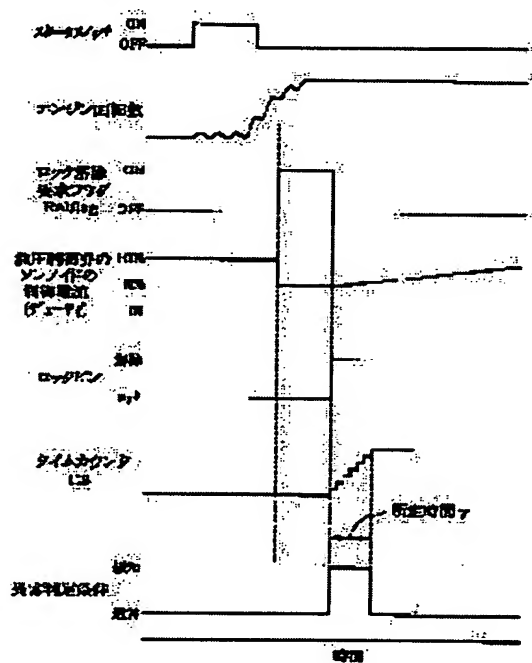
(72)Inventor : INOUE MASAOMI  
SATO OSAMU

**(54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To avoid false determination of transient behavior of a cam shaft phase just after lock release as abnormal.

**SOLUTION:** In this controller, when lock release is detected, a time counter counts a lapsed time  $C2$  after the lock release detection, and an abnormality decision condition is relaxed until the lapsed time  $C2$  after the lock release detection exceeds a prescribed time  $\gamma$ . Then, the abnormality decision condition is reset to a normal value when the lapsed time  $C2$  after the lock release detection exceeds the prescribed time  $\gamma$ . Because the abnormality decision condition is relaxed until the lapsed time  $C2$  after the lock release detection exceeds the prescribed time  $\gamma$ , the false determination of transient behavior of a cam shaft phase just after the lock release as abnormal can be avoided. Because an abnormality determination process can be continued under the relaxed abnormality determination condition even just after the lock release, abnormality can be early detected if the abnormality occurs. Thus, the early detection and false detection prevention of the abnormality can be compatible.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.2001

**[Date of sending the examiner's decision of rejection]**

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**[Date of final disposal for application]**

[Patent number] 3692848

[Date of registration] 01.07.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]**

**[Date of extinction of right]**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-55934

(P2001-55934A)

(43)公開日 平成13年2月27日(2001.2.27)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	G 3 G 0 1 6
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	E 3 G 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-230430

(22)出願日 平成11年8月17日(1999.8.17)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 井上 正臣

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 佐藤 修

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

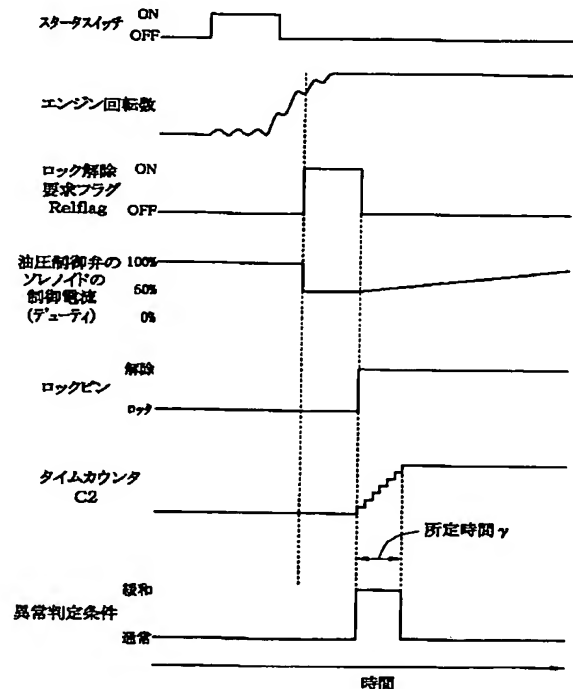
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

(57)【要約】

【課題】 ロック解除直後のカム軸位相の過渡的な挙動を異常と誤判定することを回避できるようにする。

【解決手段】 ロック解除が検出された時点で、ロック解除検出後の経過時間C2をタイムカウンタでカウントし、ロック解除検出後の経過時間C2が所定時間 $\gamma$ を越えるまで、異常判定条件を緩和する。その後、ロック解除検出後の経過時間C2が所定時間 $\gamma$ を越えた時点で、異常判定条件を通常値に復帰させる。このように、ロック解除検出後の経過時間C2が所定時間 $\gamma$ を越えるまで、異常判定条件を緩和すれば、ロック解除直後のカム軸位相の過渡的な挙動を異常と誤判定することを回避できる。しかも、ロック解除直後でも、緩和した異常判定条件で異常判定処理を継続できるので、もし、異常が発生していれば、その異常を早期に検出することができ、異常の早期検出と誤検出防止とを両立できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を油圧で変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、

内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックするように付勢されたロック手段と、

前記バルブタイミング制御手段の異常の有無を判定する異常判定手段と

を備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、

前記ロック手段のロックを解除した時に前記異常判定手段で用いる異常判定条件を緩和する異常判定条件緩和手段を備えていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記異常判定条件緩和手段は、前記ロック手段のロック解除を検出してから所定期間経過後に前記異常判定条件を通常値に復帰させることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記異常判定条件緩和手段は、前記所定期間を油温、冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいて設定することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記異常判定条件緩和手段は、前記ロック手段のロック解除後に前記カム軸位相が所定範囲内に所定時間以上とどまっている時に前記異常判定条件を通常値に復帰させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 内燃機関のクランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を油圧で変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、

内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックするように付勢されたロック手段と、

前記バルブタイミング制御手段の異常の有無を判定する異常判定手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、

始動後に前記カム軸位相が動きやすい状態となるまで前記ロック手段のロック解除を禁止するロック解除禁止手段を備えていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 6】 前記ロック解除禁止手段は、油温、冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいて前記カム軸位相が動きやすい状態であるか否かを判定することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の停止中及び始動時にカム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックする機能を備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減を目的として、可変バルブタイミング制御装置を採用したものが増加しつつある。例えば、ベーン方式の可変バルブタイミング制御装置の基本的な構成は、図 13 に示すように、エンジンのクランク軸に同期して回転するハウジング 1 と、吸気（又は排気）バルブのカム軸に連結されたロータ 2 とを同軸状に配置し、ハウジング 1 に形成された流体室 3 をロータ 2 に設けられたベーン 4 で進角室 5 と遅角室 6 とに区画する。そして、進角室 5 と遅角室 6 の油圧を油圧制御弁で制御してハウジング 1 とロータ 2（ベーン 4）とを相対回転させることで、クランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させて、バルブタイミングを可変制御するようにしている。

【0003】従来のベーン方式の可変バルブタイミング制御装置は、始動時のベーン 4 の振動による騒音を防止するために、エンジン停止時（油圧低下時）に、カム軸位相を最も遅角させた最遅角位相で、ハウジング 1 とロータ 2（ベーン 4）との相対回転をロックピン 7 でロックするようにしている。従って、始動時には、最遅角位相で始動することになるため、最遅角位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0004】しかしながら、この構成では、最遅角位相が始動時の位相（ロック位相）で制限されてしまうため、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲がロック位相で制限されてしまい、バルブタイミングの調整可能範囲が狭いという欠点がある。

【0005】そこで、特開平 9-324613 号公報に示すように、エンジン停止時のロック位相をカム軸位相の調整可能範囲の略中間位置に設定することで、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲を拡大することが提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、カム軸位相をロックするロックピン 7 は、スプリングでロック方向に付勢され、ロック解除は、ロックピン 7 に対して進角室 5 と遅角室 6 の両方の油圧をロック解除方向に作用させるようにしている。エンジン停止中は、油圧が低下するため、スプリング力によりロックピン 7 がロック穴に嵌り込んでカム軸位相が中間ロック位相でロックされた状態に保持される。従って、エンジン始動時は、カム軸

位相が中間ロック位相でロックされた状態で始動され、その後のエンジン回転数（オイルポンプ回転数）の上昇に伴う油圧の上昇により、進角室 5 と遅角室 6 の油圧が上昇すると、その油圧によってロックピン 7 がロック穴から押し出されてロックピン 7 のロックが解除される。

【0007】しかし、この構成では、ロックピン 7 に対して進角室 5 と遅角室 6 の両方の油圧がロック解除方向に作用するため、エンジン始動後のエンジン回転数（オイルポンプ回転数）の上昇に伴う油圧の上昇により、進角室 5 と遅角室 6 のいずれか一方の油圧が先に高くなると、他方の油圧が低いにも拘らず、ロックピン 7 が解除されてしまうことがある。このような状態でロックが解除されても、他方の油圧が低いために、ロック解除の瞬間にカム軸位相が油圧の高い側に急変してしまい、実バルブタイミング（カム軸位相）が目標値から大きくずれてしまう。このため、可変バルブタイミング制御装置の異常の有無を判定する異常判定システムがロック解除時のカム軸位相の過渡的な挙動を異常と誤判定してしまうことがある。

【0008】また、エンジン停止時にロックピン 7 がロック穴に嵌り込みにくい場合がある。例えば、低温時に油温があまり上昇しないうちにエンジンを停止するような場合は、油圧回路中のオイルの粘度が大きく、オイルの流動性が悪いいため、エンジン停止時にロック穴からオイルが抜けにくく、ロックピン 7 がロック穴に嵌り込みにくい。また、故障等でカム軸位相の動きが遅い場合も、ロックピン 7 がロック穴に嵌り込みにくい。これらの場合に、エンジン運転中にロックピン 7 のロックを解除してしまうと、その後のエンジン停止時にロックピン 7 がロック穴に嵌り込みにくく、カム軸位相を中間ロック位相でロックできない可能性がある。

【0009】もし、エンジン停止時にカム軸位相を中間ロック位相でロックできないと、次の始動時に、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）が上昇して油圧が上昇するまでは、バルブタイミング（カム軸位相）を目標値（中間ロック位相付近）に制御することができず、その結果、目標値から外れたバルブタイミングで始動することになるため、始動性が悪くなり、エンジン始動時間が長くなってしまいます。しかも、カム軸位相をロックしない状態で始動すると、油圧が上昇するまでペーン 4 の位置が固定されないため、ペーン 4 がハウジング 1 に衝突して騒音が発生するという問題も生じる。

【0010】本発明はこれらの事情を考慮してなされたものであり、第 1 の目的は、ロック解除直後のカム軸位相の過渡的な挙動を異常と誤判定することを未然に防止して、異常判定の信頼性を向上することであり、また、第 2 の目的は、カム軸位相をロックしない状態で始動することを防止して、ロック不良による始動性悪化、騒音等の問題を回避することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記第 1 の目的を達成するために、本発明の請求項 1 の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置は、ロック手段のロックを解除した時に異常判定条件を異常判定条件緩和手段により緩和する。これにより、ロック解除直後のカム軸位相の過渡的な挙動を異常と誤判定することを未然に防止できる。しかも、ロック解除時でも、緩和した異常判定条件で異常判定を継続できるので、もし、異常が発生していれば、その異常を早期に検出することができ、異常の早期検出と誤検出防止とを両立させることができる。

【0012】この場合、請求項 2 のように、ロック手段のロック解除を検出してから所定期間経過後に異常判定条件を通常値に復帰させるようにすると良い。このようにすれば、ロック解除後にカム軸位相の制御が安定するのを待って異常判定条件を復帰させることができる。

【0013】ところで、ロック解除後にカム軸位相の制御が安定するまでの期間は、その時の油圧回路中のオイルの粘度（オイルの流動性）によって変化し、オイルの粘度は油温によって変化する。また、油温は、冷却水温や機関温度と相関関係があるため、油温の代用情報として、冷却水温又は機関温度を用いても良い。

【0014】そこで、請求項 3 のように、ロック解除後に異常判定条件を復帰させるまでの期間（所定期間）を、油温、冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいて設定すると良い。このようにすれば、油温（オイルの粘度）によってカム軸位相の制御が安定するまでの期間が変化するのに対応して、異常判定条件を通常値に復帰させるまでの期間を適正に設定することができる。この場合、油温を油温センサで直接検出しても良いが、冷却水温や機関温度は、内燃機関に一般的に設けられているセンサの出力信号から検出又は推定できるため、冷却水温又は機関温度を用いれば、油温センサを新たに設ける必要がなく、低コスト化できる。

【0015】また、請求項 4 のように、ロック手段のロック解除後にカム軸位相が所定範囲内に所定時間以上とどまっている時に、カム軸位相の制御が安定したと判断して異常判定条件を通常値に復帰させるようにしても良い。このようにすれば、ロック解除後のカム軸位相の挙動からカム軸位相の制御が実際に安定したか否かを判断して、異常判定条件を通常値に復帰させることができ、より確実に異常の誤検出を防止することができる。

【0016】一方、本発明の第 2 の目的を達成するために、請求項 5 のように、始動後にカム軸位相が動きやすい状態となるまでロック解除禁止手段によりロック手段のロック解除を禁止するようにすると良い。このようにすれば、始動後にカム軸位相が動きやすい状態となる前に内燃機関が停止されれば、ロック手段でカム軸位相がロックされた状態で内燃機関が停止する。このため、次の始動時に、確実にロック手段でカム軸位相をロックした状態で始動することができ、ロック不良による始動

性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0017】この場合、カム軸位相の動きは、油圧回路中のオイルの粘度（油温）によって変化することを考慮して、請求項6のように、油温、冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいてカム軸位相が動きやすい状態であるか否かを判定するようにしても良い。これにより、カム軸位相の動きやすい状態であるか否かを精度良く判定できる。

【0018】

【発明の実施の形態】【実施形態（1）】以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した実施形態（1）を図1乃至図10に基づいて説明する。図1に示すように、内燃機関であるDOHCエンジン11は、クランク軸12からの動力がタイミングチェーン13により各スプロケット14、15を介して吸気側カム軸16と排気側カム軸17とに伝達されるようになっている。但し、吸気側カム軸16には、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の進角量を調整するバルブタイミング調整装置18（バルブタイミング制御手段）が設けられている。また、吸気側カム軸16の外周側には、カム角を検出するカム角センサ19が設置され、一方、クランク軸12の外周側には、クランク角を検出するクランク角センサ20が設置されている。

【0019】これらクランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号は、エンジン制御回路21に入力され、このエンジン制御回路21によって吸気バルブの実バルブタイミングが演算されると共に、クランク角センサ20の出力パルスの周波数からエンジン回転数が演算される。また、エンジン運転状態を検出する各種センサ（吸気圧センサ22、水温センサ23、スロットルセンサ24等）の出力信号と、イグニッションスイッチ25やタイマ26の出力信号もエンジン制御回路21に入力される。

【0020】このエンジン制御回路21は、これら各種の入力信号に基づいて燃料噴射制御や点火制御を行うと共に、後述する可変バルブタイミング制御を行い、吸気バルブの実バルブタイミング（吸気側カム軸16の実進角量）を目標バルブタイミング（目標進角量）に一致させるようにバルブタイミング調整装置18をフィードバック制御する。このバルブタイミング調整装置18の油圧回路には、オイルパン27内のオイルがオイルポンプ28により油圧制御弁29を介して供給され、その油圧を油圧制御弁29によって制御することで、吸気側カム軸16の実進角量（実バルブタイミング）が制御される。

【0021】次に、図2乃至図5に基づいてバルブタイミング調整装置18の構成を説明する。バルブタイミング調整装置18のハウジング31は、吸気側カム軸16の外周に回動自在に支持されたスプロケット14にボルト32で締め付け固定されている。これにより、クラン

ク軸12の回転がタイミングチェーン13を介してスプロケット14とハウジング31に伝達され、スプロケット14とハウジング31がクランク軸12と同期して回転するようになっている。

【0022】一方、吸気側カム軸16は、シリンダヘッド33とベアリングキャップ34により回転可能に支持され、この吸気側カム軸16の一端部に、ロータ35がストッパ36を介してボルト37で締め付け固定されている。このロータ35は、ハウジング31内に相対回動自在に収納されている。

【0023】図3及び図4に示すように、ハウジング31の内部には、複数の流体室40が形成され、各流体室40が、ロータ35の外周部に形成されたベン41によって進角室42と遅角室43とに区画されている。そして、ロータ35の外周部とベン41の外周部には、それぞれシール部材44が装着され、各シール部材44が板ばね45（図2参照）によって外周方向に付勢されている。これにより、ロータ35の外周面とハウジング31の内周面との隙間及びベン41の外周面と流体室40の内周面との隙間がシール部材44でシールされている。

【0024】図2に示すように、吸気側カム軸16の外周部に形成された環状の進角溝46と遅角溝47が、それぞれ油圧制御弁29の所定ポートに接続され、エンジン11の動力でオイルポンプ28が駆動されることにより、オイルパン27から汲み上げたオイルが油圧制御弁29を介して進角溝46や遅角溝47に供給される。進角溝46に接続された進角油路48は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の左側面に形成された円弧状進角油路49（図3参照）に連通するように形成され、この円弧状進角油路49が各進角室42に連通している。一方、遅角溝47に接続された遅角油路50は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の右側面に形成された円弧状遅角油路51（図4参照）に連通するように形成され、この円弧状遅角油路51が各遅角室43に連通している。

【0025】油圧制御弁29は、ソレノイド53とスプリング54で弁体を駆動する4ポート3位置切換弁であり、弁体の位置を、進角室42に油圧を供給する位置と、遅角室43に油圧を供給する位置と、進角室42と遅角室43のいずれにも油圧を供給しない位置との間で切り換えるようになっている。ソレノイド53の通電停止時には、スプリング54によって弁体が進角室42に油圧を供給する位置に自動的に切り換えられ、カム軸位相を進角させる方向に油圧が働くようになっている。

【0026】進角室42と遅角室43に所定圧以上の油圧が供給された状態では、進角室42と遅角室43の油圧でベン41が固定されて、クランク軸12の回転によるハウジング31の回転がオイルを介してロータ35（ベン41）に伝達され、ロータ35と一体的に吸気

側カム軸16が回転駆動される。エンジン運転中は、進角室42と遅角室43の油圧を油圧制御弁29で制御してハウジング31とロータ35（ベーン41）とを相対回動させることで、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の回転位相（以下「カム軸位相」という）を制御して吸気バルブのバルブタイミングを可変する。尚、スプロケット14には、進角制御時にロータ35を進角方向に相対回動させる油圧力をばね力で補助するねじりコイルばね55（図2参照）が收容されている。

【0027】また、図3及び図4に示すように、いずれか1つのベーン41の両側部には、ハウジング31に対するロータ35（ベーン41）の相対回動範囲を規制するストッパ部56が形成され、このストッパ部56によってカム軸位相の最遅角位相と最進角位相が規制されている。更に、他のベーン41に形成されたロックピン收容孔57には、ハウジング31とロータ35（ベーン41）との相対回動をロックするためのロックピン58

（ロック手段）が收容され、このロックピン58がハウジング31に設けられたロック穴59（図2参照）に嵌り込むことで、カム軸位相がその調整可能範囲の略中間位置（中間ロック位相）でロックされる。この中間ロック位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0028】図6及び図7に示すように、ロックピン58は、ロックピン收容孔57の内周に嵌合された円筒部材61内に摺動可能に挿入され、スプリング62によってロック方向（突出方向）に付勢されている。また、ロックピン58の中央外周部に形成された弁部63によって、円筒部材61とロックピン58との隙間が、ロック油圧室64とロック解除保持用の油圧室65とに区画されている。そして、ロック油圧室64とロック解除保持用の油圧室65に進角室42から油圧を供給するために、ベーン41には、進角室42に連通するロック油路66とロック解除保持用の油路67が形成されている。また、ハウジング31には、ロック穴59と遅角室43とを連通するロック解除油路68が形成されている。

【0029】図6に示すように、ロックピン58のロック時には、ロックピン58の弁部63がロック解除保持用の油路67を塞いで、ロック油路66をロック油圧室64に連通させた状態となる。これにより、進角室42からロック油圧室64に油圧が供給され、この油圧とスプリング62によってロックピン58がロック穴59に嵌まり込んだ状態に保持され、カム軸位相が中間ロック位相でロックされる。

【0030】エンジン停止中は、ロック油圧室64の油圧（進角室42の油圧）が低下するが、スプリング62によってロックピン58がロック位置に保持される。従って、エンジン始動は、ロックピン58がロック位置に保持された状態（中間ロック位相）で行われ、エンジン始動後に、ロック穴59の油圧（遅角室43の油圧）が高くなると、その油圧によって次のようにしてロックピ

ン58のロックが解除される。エンジン始動後に、遅角室43からロック解除油路68を通してロック穴59に供給される油圧（ロック解除方向の力）が、ロック油圧室64の油圧（進角室42の油圧）とスプリング62のばね力との合力（ロック方向の力）よりも大きくなると、ロック穴59の油圧によってロックピン58がロック穴59から押し出されて図7のロック解除位置に移動し、ロックピン58のロックが解除される。

【0031】このロック解除状態では、図7に示すように、ロックピン58の弁部63がロック油路66を塞いで、ロック解除保持用の油路67をロック解除保持用の油圧室65に連通させた状態となる。これにより、進角室42からロック解除保持用の油圧室65に油圧が供給され、このロック解除保持用の油圧室65の油圧（進角室42の油圧）とロック穴59の油圧（遅角室43の油圧）とによってロックピン58がスプリング62に抗してロック解除位置に保持される。

【0032】エンジン運転中は、進角室42と遅角室43のいずれかの油圧が高くなっているため、その油圧でロックピン58がロック解除位置に保持され、ハウジング31とロータ35とが相対回動可能な状態（つまりバルブタイミング制御が可能な状態）に保持される。

【0033】エンジン運転中は、エンジン制御回路21は、クランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号に基づいて吸気バルブの実バルブタイミングVT

（吸気側カム軸16の実進角量）を演算すると共に、吸気圧センサ22、水温センサ23等のエンジン運転状態を検出する各種センサの出力に基づいて吸気バルブの目標バルブタイミングVTT（吸気側カム軸17の目標進角量）を演算する。そして、吸気バルブの実バルブタイミングVTを目標バルブタイミングVTTに一致させるようにバルブタイミング調整装置18の油圧制御弁29をフィードバック制御する。これにより、進角室42と遅角室43の油圧を制御してハウジング31とロータ35とを相対回動させることで、カム軸位相を変化させて吸気バルブの実バルブタイミングVTを目標バルブタイミングVTTに一致させる。

【0034】その後、エンジン11を停止させる際に、エンジン回転数が低下すると、オイルポンプ28の吐出圧が低下するため、進角室42や遅角室43の油圧が低下してくる。これにより、ロック解除保持用の油圧室65の油圧（進角室42の油圧）とロック穴59の油圧（遅角室43の油圧）が低下して、スプリング62のばね力がこれらの油圧に打ち勝つようになると、スプリング62のばね力によってロックピン58が突出してロック穴59に嵌まり込むようになる。但し、ロックピン58がロック穴59に嵌まり込むには、両者の位置が一致していること、つまり、カム軸位相が中間ロック位相に一致していることが条件となる。

【0035】エンジン11が停止する際には、エンジン

回転数（オイルポンプ28の回転数）が低下して油圧が低下するため、カム軸16の負荷トルクによりカム軸位相が自然に遅角側に变化していき、その過程で、図6に示すように、ロックピン58をロック穴59に嵌まり込ませてカム軸位相を中間ロック位相でロックする。

【0036】上述したバルブタイミング制御の主体となるエンジン制御回路21は、マイクロコンピュータを備え、内蔵のROM（記憶媒体）に記憶された図8の異常判定プログラム及び図9のロック解除制御プログラムを実行する。以下、これらのプログラムの処理内容を説明する。

【0037】図8の異常判定プログラムは、所定周期で繰り返し実行され、バルブタイミング制御システムの異常の有無を判定する異常判定手段として機能する。本プログラムが起動されると、まずステップ101で、現在、バルブタイミング制御中であるか否かを判定し、バルブタイミング制御が行われていない時（ロックピン58がロック状態の時）には、以降の異常判定処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0038】一方、バルブタイミング制御中であれば、ステップ102に進み、目標バルブタイミングVTTと実バルブタイミングVTとの偏差（バルブタイミングのずれ） $\Delta VT$ を次式により算出する。

$$\Delta VT = VTT - VT$$

【0039】この後、ステップ103で、バルブタイミングのずれ $\Delta VT$ を異常判定値 $\alpha$ と比較し、もし、バルブタイミングのずれ $\Delta VT$ が異常判定値 $\alpha$ よりも大きければ、異常の可能性があるため、異常状態の継続時間C1をカウントするタイムカウンタをカウントアップするが、バルブタイミングのずれ $\Delta VT$ が異常判定値 $\alpha$ 以下であれば、正常であると判断してタイムカウンタの値C1をリセットする。

【0040】そして、次のステップ106で、タイムカウンタでカウントした異常状態の継続時間C1が所定時間 $\beta$ を越えたか否かを判定し、異常状態の継続時間C1が所定時間 $\beta$ を越えていれば、バルブタイミング制御システムの異常有りと判定し（ステップ108）、異常状態の継続時間C1が所定時間 $\beta$ 以下であれば、正常と判定する（ステップ107）。

【0041】要するに、バルブタイミングのずれ $\Delta VT$ が異常判定値 $\alpha$ よりも大きい状態が連続して所定時間 $\beta$ 以上継続すれば、異常有りと判定するが、それ以外の場合は正常と判定する。尚、異常判定方法は上記の方法に限定されず、例えば異常判定値 $\alpha$ をある程度大きい値に設定して、バルブタイミングのずれ $\Delta VT$ が異常判定値 $\alpha$ を越えた時点で、直ちに異常有りと判定するようにしても良い。

【0042】ところで、バルブタイミング制御中は、ロックピン58に対して進角室42と遅角室43の両方の油圧がロック解除方向に作用するため、エンジン始動後

のエンジン回転数（オイルポンプ回転数）の上昇に伴う油圧の上昇により、進角室42と遅角室43のいずれか一方の油圧が先に高くなると、他方の油圧が低いにも拘らず、ロックピン58が解除されてしまうことがある。このような状態でロックが解除されても、他方の油圧が低いために、ロック解除の瞬間にカム軸位相が油圧の低い側に急変してしまい、実バルブタイミングVTが目標バルブタイミングVTTから大きくずれてしまう。この場合、ロック解除後に進角室42と遅角室43の両方の油圧が十分に上昇して正常なバルブタイミング制御を行える状態になるまでには、暫く時間がかかるため、上述したロック解除直後の実バルブタイミングVTの過渡的なずれ $\Delta VT$ の増大を異常と誤判定してしまうおそれがある。

【0043】そこで、エンジン制御回路21は、図9のロック解除制御プログラムを実行することで、ロックピン58のロックを解除した時に異常判定条件を緩和して、ロック解除直後の実バルブタイミングVTの過渡的なずれ $\Delta VT$ の増大を異常と誤判定することを未然に防止する。

【0044】このような制御を行う図9のロック解除制御プログラムは、所定周期で繰り返し実行される。本プログラムが起動されると、まずステップ201で、スタータスイッチの信号とエンジン回転数に基づいてロック解除要求が有るか否かを判定する。例えば、始動後、エンジン回転数が所定回転数以上に上昇したら、ロック解除要求有りと判定する。もし、ロック解除要求が無ければ、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了するが、ロック解除要求があれば、ステップ202に進み、ロック解除要求フラグRelflagを「ON」に切り換え、次のステップ204で、ロック解除制御を実行し、ロックピン58のロックを解除する。このロック解除制御では、油圧制御弁29のソレノイド53に、カム軸位相を中間ロック位相に保持するための保持電流を流すことで、進角室42と遅角室43の両方に均等に油圧をかけながら、その油圧によってロックピン58をロック穴59から押し出してロックを解除する。

【0045】そして、ステップ204で、ロックピン58のロック解除が検出された否かを判定し、ロック解除が検出されるまで、ロック解除制御を続ける。その後、ロック解除が検出された時点で、ステップ205に進み、ロック解除要求フラグRelflagをロック解除要求無しを意味する「OFF」に切り換える。この後、ステップ206で、ロック解除検出後の経過時間C2をカウントするタイムカウンタをリセットした後、このタイムカウンタの値C2をカウントアップして（ステップ207）、ロック解除検出後の経過時間C2を計測する。

【0046】その後、ステップ208で、ロック解除検出後の経過時間C2が所定時間 $\gamma$ を越えたか否かを判定



する。ここで、所定時間  $\gamma$  は、ロック解除時に異常判定条件を緩和する期間を設定するものであり、予め設定した固定値としても良いが、油温、冷却水温、機関温度等の温度情報をパラメータとするマップ又は数式により所定時間  $\gamma$  を設定しても良い。このようにすれば、油温（オイルの粘度）によってカム軸位相の制御が安定するまでの期間が変化するのに対応して、異常判定条件を通常値に復帰させるまでの期間を適正に設定することができる。

【0047】そして、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  が所定時間  $\gamma$  を越えるまで、ロック解除直後の実バルブタイミング  $VT$  の過渡的なずれ  $\Delta VT$  の増大を異常と誤判定するのを回避するために、図 8 の異常判定プログラムで用いる異常判定条件のうちの異常判定値  $\alpha$  と所定時間  $\beta$  の両方又はいずれか一方を緩和する（ステップ 209）。例えば、異常判定値  $\alpha$  を大きくしたり、所定時間  $\beta$  を長くしたりする。

【0048】その後、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  が所定時間  $\gamma$  を越えた時点で、ステップ 210 に進み、異常判定条件を通常値に復帰させる。尚、上記ステップ 204～210 の処理が特許請求の範囲でいう異常判定条件緩和手段としての役割を果たす。

【0049】以上説明した図 9 のロック解除制御プログラムを実行した場合の制御例を図 10 のタイムチャートを用いて説明する。スタータスイッチの信号とエンジン回転数に基づいて、始動後、エンジン回転数が所定回転数以上に上昇したと判断した時に、ロック解除要求フラグ  $Relflag$  を「ON」に切り換える。これにより、ロック解除制御を開始して、油圧制御弁 29 のソレノイド 53 に、カム軸位相を中間ロック位相に保持するための保持電流を流すことで、進角室 42 と遅角室 43 の両方に均等に油圧をかけながら、その油圧によってロックピン 58 をロック穴 59 から押し出してロックを解除する。

【0050】このロック解除が検出された時点で、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  をタイムカウンタでカウントし、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  が所定時間  $\gamma$  を越えるまで、異常判定条件を緩和する。その後、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  が所定時間  $\gamma$  を越えた時点で、異常判定条件を通常値に復帰させる。

【0051】このように、ロック解除検出後の経過時間  $C2$  が所定時間  $\gamma$  を越えるまで、異常判定条件を緩和すれば、ロック解除直後の実バルブタイミング  $VT$  の過渡的なずれ  $\Delta VT$  の増大を異常と誤判定することを未然に防止できる。しかも、ロック解除直後でも、緩和した異常判定条件で異常判定処理を継続できるので、もし、異常が発生していれば、その異常を早期に検出することができ、異常の早期検出と誤検出防止とを両立させることができる。

【0052】【実施形態（2）】上記実施形態（1）で

は、異常判定条件を緩和する期間をロック解除検出後の経過時間  $C2$  で設定したが、図 11 に示す本発明の実施形態（2）では、ロック解除後に実バルブタイミング  $VT$ （カム軸位相）が中間ロック位相付近の所定範囲内に所定時間以上とどまっているか否かで異常判定条件を緩和する期間の終了時期を判断する。つまり、進角室 42 と遅角室 43 の両方の油圧が不均衡な状態で、ロックピン 58 のロックが解除されると、ロック解除の瞬間にカム軸位相が油圧の高い側で押されて急変してしまうが、その後、進角室 42 と遅角室 43 の両方の油圧が均衡してカム軸位相を制御可能な状態になると、カム軸位相が目標値（中間ロック位相付近）に制御されるようになる。従って、ロック解除後に実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内に所定時間以上とどまっていれば、実バルブタイミング  $VT$  の制御が安定したと判断できる。この場合は、直ちに異常判定条件を通常値に復帰させても、ロック解除直後の実バルブタイミング  $VT$  の過渡的なずれ  $\Delta VT$  の増大を異常と誤判定することはない。

【0053】本実施形態（2）では、この点を考慮して、図 11 のロック解除制御プログラムにより、異常判定条件の緩和／復帰を制御する。本プログラムでも、ステップ 301～305 において、図 9 のステップ 201～205 と同じ処理を行い、ロック解除要求に応じてロックピン 58 のロックを解除し、ロック解除要求フラグ  $Relflag$  を「OFF」に切り換える。

【0054】その後、ステップ 306 で、クランク角センサ 20 及びカム角センサ 19 の出力信号に基づいて吸気バルブの実バルブタイミング  $VT$ （吸気側カム軸 16 の実進角量）を検出した後、ステップ 307 に進み、実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内（ $VT_A < VT < VT_B$ ）であるか否かを判定する。もし、実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内でなければ、ステップ 308 に進み、実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内に収まっている時間  $C3$  をカウントするタイムカウンタをリセットして、ステップ 311 に進み、ロック解除直後の実バルブタイミング  $VT$  の過渡的なずれ  $\Delta VT$  の増大を異常と誤判定するのを回避するために、図 8 の異常判定プログラムで用いる異常判定条件のうちの異常判定値  $\alpha$  と所定時間  $\beta$  の両方又はいずれか一方を緩和して、上記ステップ 306 に戻る。

【0055】一方、実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内であれば、ステップ 309 に進み、タイムカウンタの値  $C3$  をカウントアップして、実バルブタイミング  $VT$  が中間ロック位相付近の所定範囲内に収まっている時間  $C3$  をカウントする。そして、次のステップ 310 で、この時間  $C3$  が所定時間を越えたか否かを判定し、所定時間を越えていなければ、ステップ 311 に進み、異常判定条件を緩和して、上記ステッ



ブ 306 に戻る。このような処理を繰り返すことで、実バルブタイミング V T が中間ロック位相付近の所定範囲内に収まっている時間 C 3 が所定時間を越えるまで、異常判定条件を緩和した状態を続ける。

【0056】その後、実バルブタイミング V T が中間ロック位相付近の所定範囲内に収まっている時間 C 3 が所定時間を越えた時点で、ステップ 312 に進み、異常判定条件を通常値に復帰させ、次のステップ 313 で、タイムカウンタの値 C 3 をリセットして本プログラムを終了する。

【0057】以上説明した本実施形態 (2) では、ロック解除後の実バルブタイミング V T (カム軸位相) の挙動からバルブタイミング制御が実際に安定したか否かを判断して、異常判定条件を通常値に復帰させることができ、より確実に異常の誤検出を防止することができる。

【0058】〔実施形態 (3) 〕上記実施形態 (1) 、(2) では、始動後、エンジン回転数が所定回転数以上に上昇した時点で直ちにロックピン 58 のロックを解除するようにしたが、このようにすると、エンジン停止時にロックピン 58 がロック穴 59 に嵌り込みにくい場合がある。例えば、低温時に油温があまり上昇しないうちにエンジン 11 を停止するような場合は、油圧回路中のオイルの粘度が大きく、オイルの流動性が悪いため、エンジン停止時にロック穴 59 からオイルが抜けにくく、ロックピン 58 がロック穴 59 に嵌り込みにくい。このような状態の時に、エンジン運転中にロックピン 58 のロックを解除してしまうと、その後のエンジン停止時にロックピン 58 がロック穴 59 に嵌り込みにくく、カム軸位相を中間ロック位相でロックできない可能性がある。

【0059】そこで、本発明の実施形態 (3) では、図 12 のロック解除許可／禁止プログラムによって、始動後にカム軸位相が動きやすい状態となるまでロックピン 58 のロック解除を禁止する。本実施形態 (3) では、カム軸位相の動きが油圧回路中のオイルの粘度 (油温) によって変化することを考慮して、油温の代用情報である冷却水温を用いてカム軸位相が動きやすい状態であるか否かを判定する。

【0060】図 12 のロック解除許可／禁止プログラムは、周期的に繰り返し実行され、特許請求の範囲でいうロック解除禁止手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まずステップ 401 で、冷却水温が所定温度より低いかなんかを判定する。もし、冷却水温が所定温度より低ければ、油圧回路中のオイルの粘度が大きく、ロックピン 58 がロック穴 59 に嵌り込みにくいと判断して、ステップ 402 に進み、ロック解除を禁止する。この場合は、ロックピン 58 をロックさせた状態のままでエンジン運転が続けられて、バルブタイミング制御は行われない。

【0061】その後、冷却水温が所定温度以上に上昇し

た時点で、カム軸位相が動きやすい状態となったと判断して、ステップ 403 に進み、ロック解除を許可する。この場合は、他のロック解除条件が成立していれば、ロック解除制御が実行され、ロックピン 58 のロックが解除されて通常のバルブタイミング制御が開始される。

【0062】以上説明した実施形態 (3) によれば、始動後にカム軸位相が動きやすい状態となるまでロックピン 58 のロック解除を禁止するようにしたので、始動後にカム軸位相が動きやすい状態となる前にエンジン 11 が停止されれば、ロックピン 58 でカム軸位相がロックされた状態でエンジン 11 が停止する。このため、次の始動時に、確実にロックピン 58 でカム軸位相をロックした状態で始動することができ、ロック不良による始動性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0063】尚、本実施形態 (3) では、冷却水温を用いてカム軸位相が動きやすい状態であるか否かを判定したが、油温やエンジン温度を用いてカム軸位相が動きやすい状態であるか否かを判定しても良い。また、バルブタイミング制御システムの異常が検出された時に、カム軸位相が動きが悪いと判断して、ロックピン 58 のロック解除を禁止するようにしても良い。

【0064】以上説明した各実施形態は、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用したものであるが、本発明は、排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。その他、本発明は、バルブタイミング調整装置の構造を適宜変更しても良く、要は、カム軸位相を中間ロック位相でロックする方式のバルブタイミング調整装置であれば良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 (1) を示す制御システム全体の概略構成図

【図 2】バルブタイミング調整装置の縦断面図

【図 3】図 2 の A-A 線に沿って示す断面図

【図 4】図 2 の B-B 線に沿って示す断面図

【図 5】図 4 の C-C 線に沿って示す断面図

【図 6】ロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

【図 7】ロックピンのロック解除状態を示す部分拡大断面図

【図 8】異常判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 9】ロック解除制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 10】実施形態 (1) の制御例を示すタイムチャート

【図 11】本発明の実施形態 (2) におけるロック解除制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 12】本発明の実施形態 (3) におけるロック解除禁止／許可判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

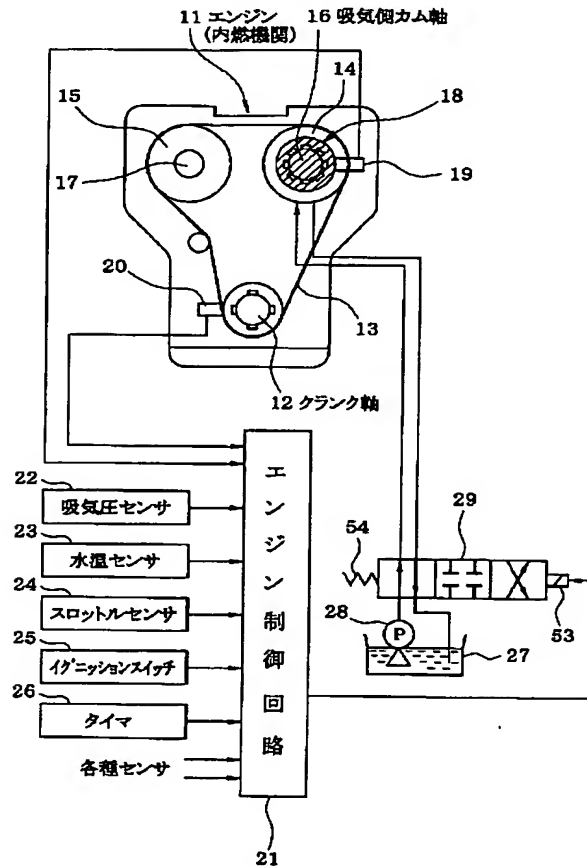
【図 13】従来のバルブタイミング調整装置の断面図

## 【符号の説明】

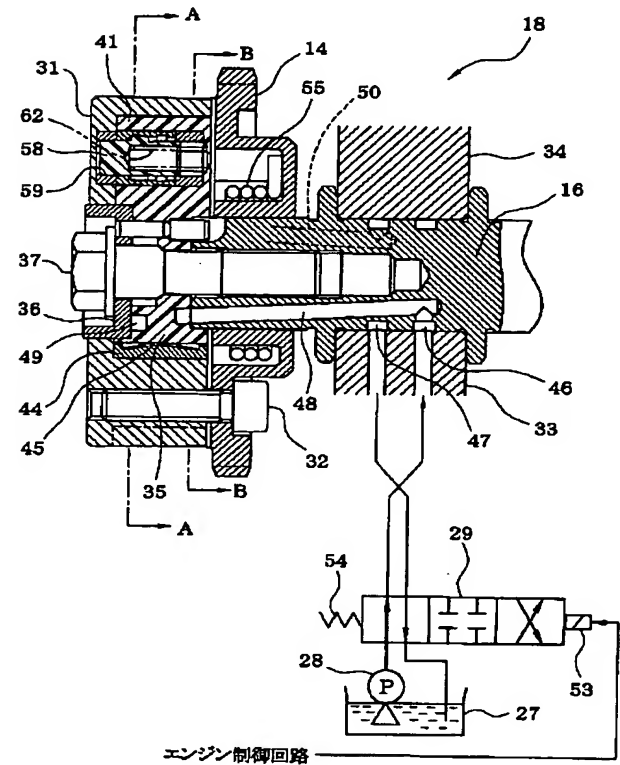
11…エンジン（内燃機関）、12…クランク軸、13…タイミングチェーン、14、15…スプロケット、16…吸気カム軸、17…排気カム軸、18…バルブタイミング調整装置（バルブタイミング制御手段）、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…エンジ

ン制御回路（異常判定条件緩和手段、異常判定手段、ロック解除禁止手段）、28…オイルポンプ、29…油圧制御弁、31…ハウジング、35…ロータ、40…流体室、41…ベーン、42…進角室、43…遅角室、53…ソレノイド、54…スプリング、58…ロックピン（ロック手段）、59…ロック穴。

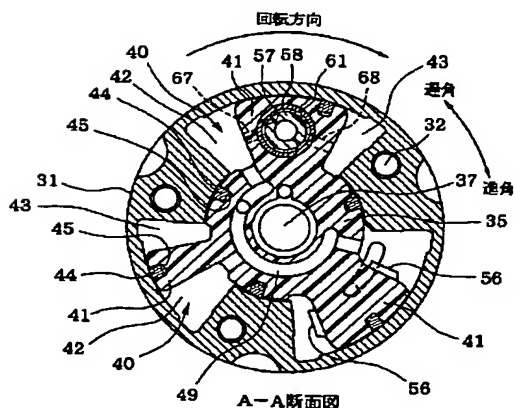
【図1】



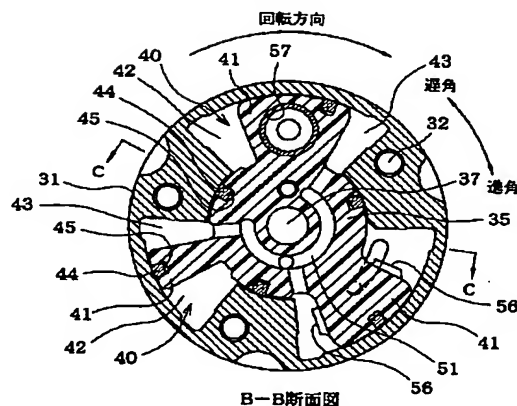
【図2】



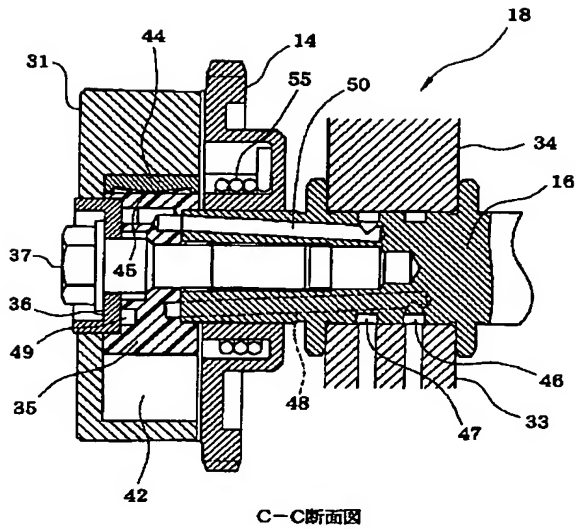
【図3】



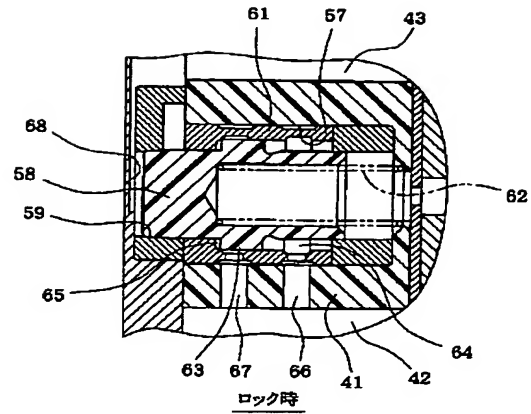
【図4】



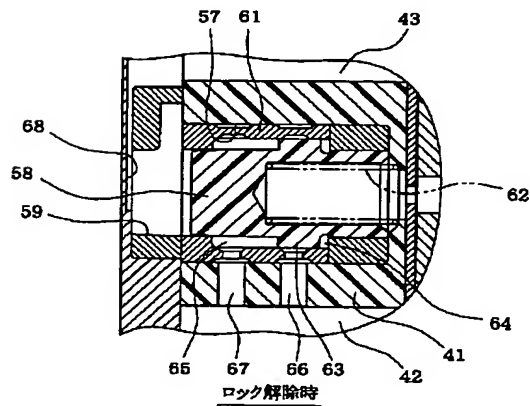
【図5】



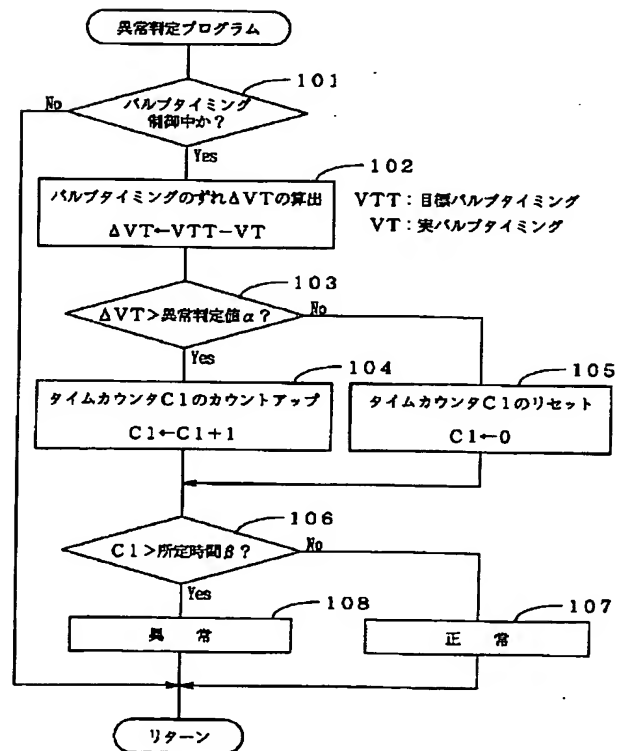
【図6】



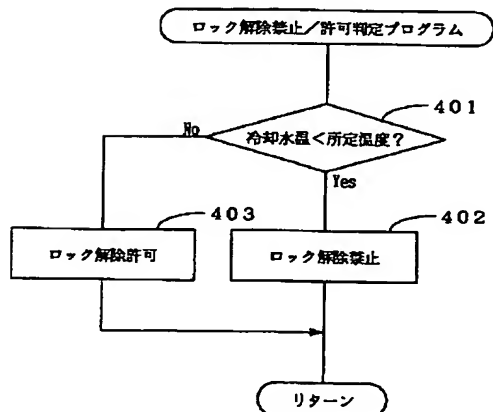
【図7】



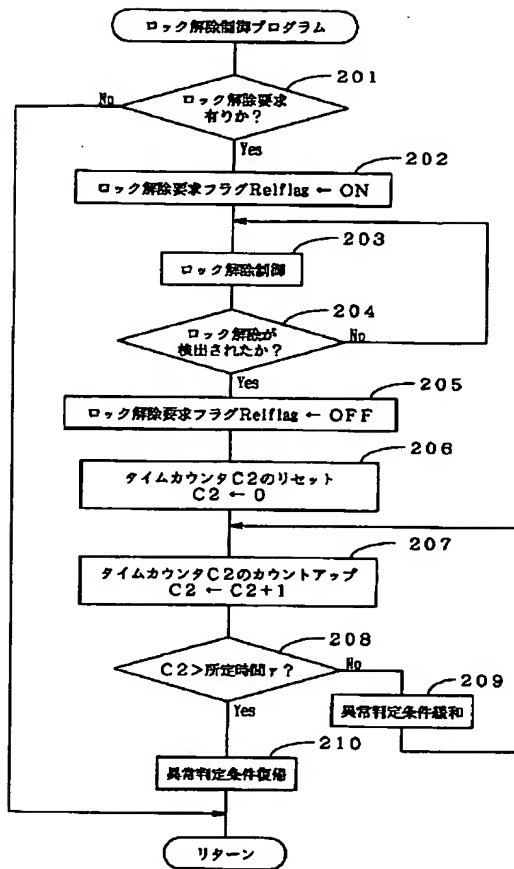
【図8】



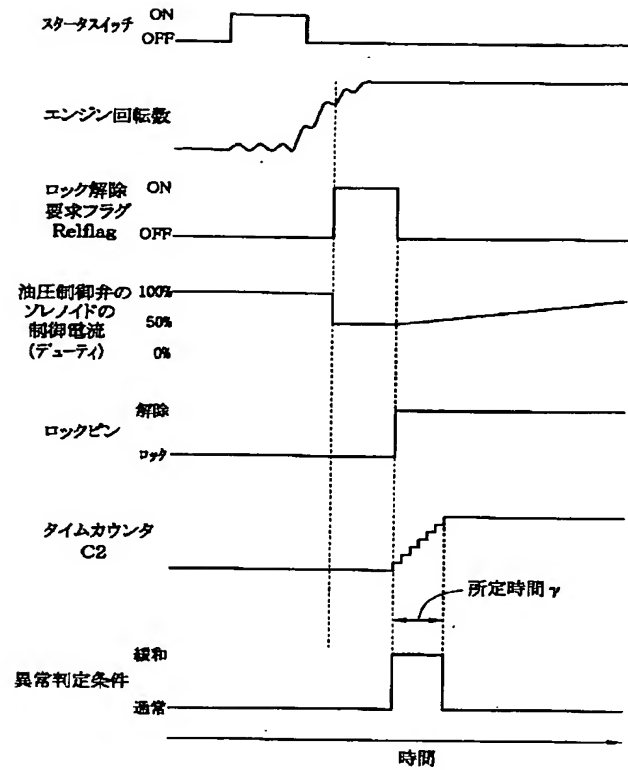
【図12】



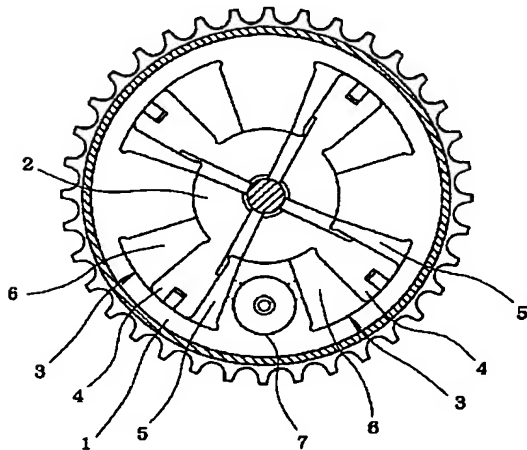
【図9】



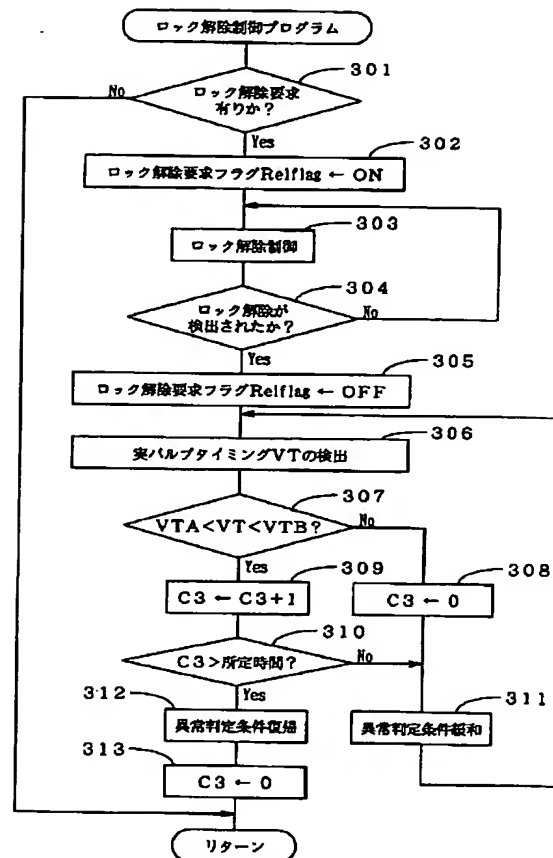
【図10】



【図13】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G016 AA08 AA19 BA23 BA28 BA38  
 CA04 CA26 DA06 DA22 GA04  
 GA07 GA10  
 3G092 AA11 DA01 DA02 DA09 DF04  
 DF06 DG02 DG05 DG09 EA09  
 EA11 EA13 EA14 EA15 EA17  
 EC01 FA14 FA31 FA44 FA50  
 FB03 GA01 GA10 HA05Z  
 HA06Z HA13X HA13Z HE01Z  
 HE03Z HE08Z HF19Z

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the cam shaft over an internal combustion engine's crankshaft is changed with oil pressure, and carries out adjustable control of the valve timing, The lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of said valve timing control means The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by having an abnormality criteria relaxation means to ease the abnormality criteria used with said abnormality judging means when the lock of said lock means is canceled.

[Claim 2] Said abnormality criteria relaxation means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by usually returning said abnormality criteria to a value after predetermined period progress after detecting lock discharge of said lock means.

[Claim 3] Said abnormality criteria relaxation means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 2 characterized by setting up said predetermined period based on temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature.

[Claim 4] Said abnormality criteria relaxation means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 3 characterized by usually returning said abnormality criteria to a value when said cam shaft phase remains in predetermined within the limits beyond predetermined time after lock discharge of said lock means.

[Claim 5] The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the cam shaft over an internal combustion engine's crankshaft is changed with oil pressure, and carries out adjustable control of the valve timing, The lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having an abnormality judging means to judge the

existence of the abnormalities of said valve timing control means The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by having a lock discharge prohibition means to forbid lock discharge of said lock means until it will be in the condition of being easy to move said cam shaft phase after starting.

[Claim 6] Said lock discharge prohibition means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by judging whether it is in the condition of being easy to move said cam shaft phase based on temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which had the function which locks a cam shaft phase with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the internal combustion engine carried in a car, what adopted the adjustable valve timing control unit for the purpose of the improvement in an output, fuel consumption reduction, and exhaust air emission reduction is increasing. For example, as shown in drawing 13 , the fundamental configuration of the adjustable valve timing control device of a vane method arranges the housing 1 which rotates synchronizing with an engine crankshaft, and Rota 2 connected with the cam shaft of an inhalation-of-air (or exhaust air) bulb in the shape of the same axle, and divides it in the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 by the vane 4 in which the fluid room 3 formed in housing 1 was established in Rota 2. And the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the cam shaft over a crankshaft is changed, and it is made to carry out adjustable control of the valve timing by controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 by the hydraulic control valve, and carrying out relative rotation of housing 1 and Rota 2 (vane 4).

[0003] In order to prevent the noise by vibration of the vane 4 at the time of starting, the adjustable valve timing control device of the conventional vane method is the maximum lag phase to which the lag of the cam shaft phase was carried out most, and he is trying to lock relative rotation with housing 1 and Rota 2 (vane 4) by the lock pin 7 at the time of an engine shutdown (at the time of an oil pressure fall). Therefore, in order to start with the maximum lag phase at the time of starting, the maximum lag phase is set as the phase suitable for starting.

[0004] However, with this configuration, since the maximum lag phase will be restricted with the phase at the time of starting (lock phase), the range of valve timing (cam shaft



phase) which can be adjusted will be restricted with a lock phase, and there is a fault that the range of valve timing which can be adjusted is narrow.

[0005] Then, as shown in JP,9-324613,A, expanding the range of valve timing (cam shaft phase) which can be adjusted is proposed by setting the lock phase at the time of an engine shutdown as the abbreviation mid-position of the range of a cam shaft phase which can be adjusted.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the lock pin 7 which locks a cam shaft phase is energized in the lock direction by the spring, and he is trying for lock discharge to make the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 act in the lock discharge direction to a lock pin 7. During an engine shutdown, since oil pressure falls, it is held at the condition that the lock pin 7 got into the lock hole according to spring action, and the cam shaft phase was locked with the middle lock phase. Therefore, if it starts at the time of engine starting where a cam shaft phase is locked with a middle lock phase, and the oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 rises by the rise of the oil pressure accompanying the rise of a subsequent engine speed (oil-pump rotational frequency), a lock pin 7 will be extruded by the oil pressure from a lock hole, and the lock of a lock pin 7 will be canceled with it.

[0007] However, with this configuration, although the oil pressure of another side is low when either oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 becomes high previously by the rise of the oil pressure accompanying the rise of the engine speed after engine starting (oil-pump rotational frequency) in order that the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 may act in the lock discharge direction to a lock pin 7, a lock pin 7 may be canceled. Even if a lock is canceled in such the condition, since the oil pressure of another side is low, a cam shaft phase will change suddenly to a side with high oil pressure, and real valve timing (cam shaft phase) will shift from desired value to the moment of lock discharge greatly. For this reason, the abnormality judging system which judges the existence of the abnormalities of an adjustable valve timing control unit may carry out the misjudgment law of the transitional behavior of the cam shaft phase at the time of lock discharge to abnormalities.

[0008] Moreover, a lock pin 7 may be hard getting into a lock hole at the time of an engine shutdown. For example, when suspending an engine while an oil temperature seldom rises at the time of low temperature, the viscosity of the oil in a hydraulic circuit is large, oil cannot fall out from a lock hole easily at the time of an engine shutdown, and a lock pin 7 is hard getting into a lock hole, since the fluidity of oil is bad. Moreover, also when a motion of a cam shaft phase is late, a lock pin 7 is hard getting by failure etc. into a lock hole. If the lock of a lock pin 7 is canceled during engine operation in these cases, a lock pin 7 is hard getting into a lock hole at the time of a subsequent engine shutdown, and a cam shaft phase may be unable to be locked with a middle lock phase.

[0009] At the time of next starting, if a cam shaft phase cannot be locked with a middle lock phase at the time of an engine shutdown, in order to start by the valve timing from

which could not control valve timing (cam shaft phase) to desired value (near a middle lock phase), consequently it separated from desired value until an engine speed (oil-pump engine speed) goes up and oil pressure rises, startability will worsen and engine starting time amount will become long. And since the location of a vane 4 is not fixed until oil pressure rises if it starts in the condition of not locking a cam shaft phase, a vane 4 also produces the problem that collide with housing 1 and the noise occurs.

[0010] It is this invention's being made in consideration of these situations, and preventing beforehand the 1st purpose carrying out the misjudgment law of the transitional behavior of the cam shaft phase immediately after lock discharge to abnormalities, being improving the dependability of an abnormality judging, and preventing putting the 2nd purpose into operation in the condition of not locking a cam shaft phase, and avoiding problems, such as startability aggravation by the poor lock, and noise.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st purpose of the above, the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine of claim 1 of this invention eases abnormality criteria with an abnormality criteria relaxation means, when the lock of a lock means is canceled. It can prevent beforehand carrying out the misjudgment law of the transitional behavior of the cam shaft phase immediately after lock discharge to abnormalities by this. And also in the time of lock discharge, since an abnormality judging is continuable by the eased abnormality criteria, if abnormalities have occurred, the abnormality can be detected at an early stage, and early detection of abnormalities and incorrect detection prevention can be reconciled.

[0012] In this case, like claim 2, after detecting lock discharge of a lock means, it is good after predetermined period progress to make it usually return abnormality criteria to a value. If it does in this way, after lock discharge, it can wait to stabilize control of a cam shaft phase, and abnormality criteria can be returned.

[0013] By the way, a period until control of a cam shaft phase is stabilized after lock discharge changes with the viscosity (fluidity of oil) of the oil in the hydraulic circuit at that time, and the viscosity of oil changes with oil temperatures. Moreover, since an oil temperature has cooling water temperature, engine temperature, and a correlation, cooling water temperature or engine temperature may be used for it as substitution information on an oil temperature.

[0014] Then, it is good to set up a period (predetermined period) until it returns abnormality criteria after lock discharge like claim 3 based on temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature. If it does in this way, corresponding to a period until control of a cam shaft phase is stabilized by the oil temperature (viscosity of oil) changing, a period until it usually returns abnormality criteria to a value can be set up proper. In this case, although direct detection of the oil temperature may be carried out by the oil-temperature sensor, since cooling water temperature and engine temperature can be detected or presumed from the output signal of a sensor generally established to an internal combustion engine, if cooling water

temperature or engine temperature is used, it is not necessary to newly form an oil-temperature sensor, and they can carry out [ low cost ]-izing of it.

[0015] Moreover, when the cam shaft phase remains in predetermined within the limits beyond predetermined time after lock discharge of a lock means, it judges that control of a cam shaft phase was stabilized, and you may make it usually return abnormality criteria to a value like claim 4. If it does in this way, it can judge whether control of a cam shaft phase was actually stabilized from the behavior of the cam shaft phase after lock discharge, abnormality criteria can usually be returned to a value, and incorrect detection of abnormalities can be prevented more certainly.

[0016] It is good to, forbid lock discharge of a lock means with a lock discharge prohibition means on the other hand, until it will be in the condition of being easy to move a cam shaft phase after starting, like claim 5, in order to attain the 2nd purpose of this invention. If an internal combustion engine is suspended before being in the condition of being easy to move a cam shaft phase after starting, if it does in this way, where a cam shaft phase is locked with a lock means, an internal combustion engine will stop. For this reason, it can start, where a cam shaft phase is certainly locked with a lock means at the time of next starting, and problems, such as startability aggravation by the poor lock and noise, can be avoided.

[0017] In this case, you may make it a motion of a cam shaft phase judge whether it is in the condition of being easy to move a cam shaft phase based on temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature, like claim 6 in consideration of changing with the viscosity (oil temperature) of the oil in a hydraulic circuit. Thereby, it can judge with a sufficient precision whether it is in the condition of being easy to move a cam shaft phase.

[0018]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt (1) which applied this invention to the adjustable valve timing control unit of an intake valve is explained based on drawing 1 thru/or drawing 10 below [an operation gestalt (1)]. As shown in drawing 1 , as for the DOHC engine 11 which is an internal combustion engine, the power from a crankshaft 12 is transmitted to the inspired air flow path cam shaft 16 and the exhaust side cam shaft 17 by the timing chain 13 through each sprockets 14 and 15. However, the valve timing adjusting device 18 (valve timing control means) which adjusts the amount of tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12 is formed in the inspired air flow path cam shaft 16. Moreover, the cam angle sensor 19 which detects a cam angle is installed in the periphery side of the inspired air flow path cam shaft 16, and, on the other hand, the crank angle sensor 20 which detects a crank angle is installed in the periphery side of a crankshaft 12.

[0019] An engine speed calculates the output signal of these crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19 from the frequency of the output pulse of the crank angle sensor 20 while it is inputted into the engine control circuit 21 and the real valve timing of an intake valve calculates it by this engine control circuit 21. Moreover, the output signal of the

various sensors (the intake-pressure sensor 22, a coolant temperature sensor 23, throttle sensor 24 grade) which detect an engine operation condition, and the output signal of an ignition switch 25 or a timer 26 are also inputted into the engine control circuit 21.

[0020] It performs adjustable valve timing control mentioned later, and this engine control circuit 21 carries out feedback control of the valve timing adjusting device 18 so that the real valve timing (the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) of an intake valve may be made in agreement with target valve timing (the amount of target tooth lead angles), while it performs fuel-injection control and ignition control based on the input signal of these various kinds. To the hydraulic circuit of this valve timing adjusting device 18, the oil in an oil pan mechanism 27 is supplied by the oil pump 28 through a hydraulic control valve 29, and the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 (real valve timing) is controlled by controlling that oil pressure by the hydraulic control valve 29.

[0021] Next, based on drawing 2 thru/or drawing 5 , the configuration of the valve timing adjusting device 18 is explained. The housing 31 of the valve timing adjusting device 18 is being bound tight and fixed to the periphery of the inspired air flow path cam shaft 16 with the bolt 32 by the sprocket 14 supported free [ rotation ]. Thereby, rotation of a crankshaft 12 is transmitted to a sprocket 14 and housing 31 through a timing chain 13, and a sprocket 14 and housing 31 rotate synchronizing with a crankshaft 12.

[0022] On the other hand, the inspired air flow path cam shaft 16 is supported pivotable with the cylinder head 33 and a bearing cap 34, and Rota 35 binds it tight in the end section of this inspired air flow path cam shaft 16 with a bolt 37 through a stopper 36, and it is being fixed to it. This Rota 35 is contained free [ relative rotation in housing 31 ].

[0023] As shown in drawing 3 and drawing 4 , two or more fluid rooms 40 are formed in the interior of housing 31, and each fluid room 40 is divided by the vane 41 formed in the periphery section of Rota 35 at the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. And the periphery section of Rota 35 and the periphery section of a vane 41 are equipped with the seal member 44, respectively, and each seal member 44 is energized by flat spring 45 (refer to drawing 2 ) in the direction of a periphery. Thereby, the seal of the clearance between the peripheral face of Rota 35 and the inner skin of housing 31 and the clearance between the peripheral face of a vane 41 and the inner skin of the fluid room 40 is carried out by the seal member 44.

[0024] As shown in drawing 2 , the annular tooth-lead-angle slot 46 and the annular lag slot 47 which were formed in the periphery section of the inspired air flow path cam shaft 16 are connected to the predetermined port of a hydraulic control valve 29, respectively, and when an oil pump 28 drives under the power of an engine 11, the oil pumped up from the oil pan mechanism 27 is supplied to the tooth-lead-angle slot 46 or the lag slot 47 through a hydraulic control valve 29. The tooth-lead-angle oilway 48 connected to the tooth-lead-angle slot 46 is formed so that it may be open for free passage to the circular tooth-lead-angle oilway 49 (refer to drawing 3 ) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the left lateral of Rota 35, and this

circular tooth-lead-angle oilway 49 is opening it for free passage in each tooth-lead-angle room 42. On the other hand, the lag oilway 50 connected to the lag slot 47 is formed so that it may be open for free passage to the circular lag oilway 51 (refer to drawing 4 ) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the right lateral of Rota 35, and this circular lag oilway 51 is opening it for free passage in each lag room 43.

[0025] A hydraulic control valve 29 is a 4 port 3 location change-over valve which drives a valve element by the solenoid 53 and the spring 54, and is switched between the location which supplies oil pressure for the location of a valve element to the tooth-lead-angle room 42, the location which supplies oil pressure to the lag room 43, and the location which supplies oil pressure to neither the tooth-lead-angle room 42 nor the lag room 43. At the time of an energization halt of a solenoid 53, a valve element is automatically switched to the location which supplies oil pressure to the tooth-lead-angle room 42 with a spring 54, and oil pressure works in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase.

[0026] Where the oil pressure more than place constant pressure is supplied to the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, a vane 41 is fixed with the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, rotation of the housing 31 by rotation of a crankshaft 12 is transmitted to Rota 35 (vane 41) through oil, and the rotation drive of the inspired air flow path cam shaft 16 is carried out in one with Rota 35. During engine operation, it is controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 by the hydraulic control valve 29, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 (vane 41), and it controls the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12, and carries out adjustable [ of the valve timing of an intake valve ]. In addition, the torsion coiled spring 55 (refer to drawing 2 ) which assists with the spring force the oil pressure force of making the relative rotation of Rota 35 carrying out in the direction of a tooth lead angle at the time of tooth-lead-angle control is held in the sprocket 14.

[0027] Moreover, as shown in drawing 3 and drawing 4 , the stopper section 56 which regulates the relative rotation range of Rota 35 (vane 41) to housing 31 is formed in the both-sides section of any one vane 41, and the maximum lag phase of a cam shaft phase and the maximum tooth-lead-angle phase are regulated by this stopper section 56. Furthermore, in the lock pin hold hole 57 formed in other vanes 41, the lock pin 58 (lock means) for locking relative rotation with housing 31 and Rota 35 (vane 41) is held, and a cam shaft phase is locked in the abbreviation mid-position (middle lock phase) of that range that can be adjusted by getting into the lock hole 59 (referring to drawing 2 ) where this lock pin 58 was formed in housing 31. This middle lock phase is set as the phase suitable for starting.

[0028] As shown in drawing 6 and drawing 7 , a lock pin 58 is inserted possible [ sliding in the cylinder member 61 by which fitting was carried out to the inner circumference of the lock pin hold hole 57 ], and is energized in the lock direction (the protrusion direction) with

the spring 62. Moreover, the clearance between the cylinder member 61 and a lock pin 58 is divided at the lock oil pressure room 64 and the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance by the valve portion 63 formed in the central periphery section of a lock pin 58. And in order to supply oil pressure to the lock oil pressure room 64 and the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance from the tooth-lead-angle room 42, the lock oilway 66 which is open for free passage in the tooth-lead-angle room 42, and the oilway 67 for lock discharge maintenance are formed in the vane 41. Moreover, the lock discharge oilway 68 which opens the lock hole 59 and the lag room 43 for free passage is formed in housing 31.

[0029] As shown in drawing 6 , at the time of the lock of a lock pin 58, the valve portion 63 of a lock pin 58 closes the oilway 67 for lock discharge maintenance, and will be in the condition of having made the lock oil pressure room 64 opening the lock oilway 66 for free passage. Thereby, oil pressure is supplied to the lock oil pressure room 64 from the tooth-lead-angle room 42, with this oil pressure and spring 62, a lock pin 58 is held at the condition of getting into the lock hole 59, and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase.

[0030] Although the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the lock oil pressure room 64 falls during an engine shutdown, a lock pin 58 is held with a spring 62 in a lock location. Therefore, if engine starting is performed where a lock pin 58 is held in a lock location (middle lock phase), and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59 becomes high after engine starting, the lock of a lock pin 58 will be canceled as follows by the oil pressure. The oil pressure (force of the lock discharge direction) supplied to the lock hole 59 through the lock discharge oilway 68 after engine starting from the lag room 43 If it becomes larger than the resultant force (force of the lock direction) with the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the lock oil pressure room 64, and the spring force of a spring 62 With the oil pressure of the lock hole 59, a lock pin 58 is extruded from the lock hole 59, it moves to the lock discharge location of drawing 7 , and the lock of a lock pin 58 is canceled.

[0031] In the state of this lock discharge, as shown in drawing 7 , the valve portion 63 of a lock pin 58 closes the lock oilway 66, and will be in the condition of having made the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance opening the oilway 67 for lock discharge maintenance for free passage. Thereby, oil pressure is supplied to the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance from the tooth-lead-angle room 42, and with the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the oil pressure room 65 for this lock discharge maintenance, and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59, a lock pin 58 resists a spring 62 and is held in a lock discharge location.

[0032] during engine operation, since either oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 is high, a lock pin 58 holds in a lock discharge location with the oil pressure -- having -- housing 31 and Rota 35 -- relativity -- it is held at a rotatable condition (that is, condition in which valve timing control is possible).

[0033] During engine operation, the engine control circuit 21 calculates the target valve

timing VTT (the amount of target tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 17) of an intake valve based on the output of the intake pressure sensor 22 and the various sensors which detect the engine operation condition of coolant temperature sensor 23 grade while calculating the real valve timing VT of an intake valve (the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) based on the output signal of the crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19. And feedback control of the hydraulic control valve 29 of the valve timing adjusting device 18 is carried out so that the real valve timing VT of an intake valve may be made in agreement with the target valve timing VTT. A cam shaft phase is changed and the real valve timing VT of an intake valve is made in agreement with the target valve timing VTT by controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 by this.

[0034] Then, since the discharge pressure of an oil pump 28 will fall if an engine speed falls in case an engine 11 is stopped, the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 or the lag room 43 falls. If the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59 fall and the spring force of a spring 62 comes to overcome such oil pressure by this, according to the spring force of a spring 62, a lock pin 58 will project and it will come to get into the lock hole 59. However, in order for a lock pin 58 to get into the lock hole 59, it becomes conditions that both location is in agreement, i.e., the cam shaft phase is in agreement with a middle lock phase.

[0035] Since an engine speed (rotational frequency of an oil pump 28) falls and oil pressure falls in case an engine 11 stops, a lock pin 58 is made to get into the lock hole 59 in the process, as the cam shaft phase changes with the load torque of a cam shaft 16 to the lag side automatically and it is shown in drawing 6 , and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase.

[0036] The engine control circuit 21 which serves as a subject of the valve timing control mentioned above is equipped with a microcomputer, and performs the abnormality judging program of drawing 8 memorized by built-in ROM (storage), and the lock discharge control program of drawing 9 . Hereafter, the contents of processing of these programs are explained.

[0037] The abnormality judging program of drawing 8 is performed repeatedly a predetermined period, and functions as an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of a valve timing control system. This program is ended without performing subsequent abnormality judging processings, when it judges whether it is [ valve timing ] under control now and valve timing control is not probably performed at step 101, if this program is started (when a lock pin 58 being in a lock condition).

[0038] On the other hand, if it is [ valve timing ] under control, it will progress to step 102 and deflection (gap of valve timing)  $\Delta VT$  of the target valve timing VTT and the real valve timing VT will be computed by the degree type.

$\Delta VT = VTT - VT$  [0039] Then, at step 103, if gap  $\Delta VT$  of valve timing is larger than



the abnormality decision value  $\alpha$  as compared with the abnormality decision value  $\alpha$ , since there is possibility of abnormalities about gap  $\Delta VT$  of valve timing, the time counter which counts the duration C1 of an abnormal condition is counted up, but if gap  $\Delta VT$  of valve timing is below the abnormality decision value  $\alpha$ , it will judge that it is normal and the value C1 of a time counter will be reset.

[0040] And if it judged whether the duration C1 of the abnormal condition counted with the time counter exceeded predetermined time  $\beta$  and the duration C1 of an abnormal condition is over predetermined time  $\beta$  at the following step 106, it will judge with those of a valve timing control system with abnormalities (step 108), and if the duration C1 of an abnormal condition is below the predetermined time  $\beta$ , it will judge with it being normal (step 107).

[0041] If the condition that gap  $\Delta VT$  of valve timing is larger than the abnormality decision value  $\alpha$  continues beyond the predetermined time  $\beta$  continuously in short, it will judge with those with abnormalities, but when other, it judges with it being normal. In addition, when it is not limited to the above-mentioned approach, for example, the abnormality decision value  $\alpha$  is set as a to some extent large value and gap  $\Delta VT$  of valve timing exceeds the abnormality decision value  $\alpha$ , you may make it judge the abnormality judging approach immediately to be those with abnormalities.

[0042] By the way, during valve timing control, although the oil pressure of another side is low when either oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 becomes high previously by the rise of the oil pressure accompanying the rise of the engine speed after engine starting (oil-pump rotational frequency) in order that the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 may act in the lock discharge direction to a lock pin 58, a lock pin 58 may be canceled. Even if a lock is canceled in such the condition, since the oil pressure of another side is low, a cam shaft phase will change suddenly to a side with low oil pressure, and the real valve timing VT will shift from the target valve timing VTT to the moment of lock discharge greatly. In this case, since time amount will be taken for a while before the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 is in the condition that it fully goes up and normal valve timing control can be performed, after lock discharge, there is a transitional possibility of the real valve timing VT immediately after the lock discharge mentioned above of shifting and carrying out the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$  to abnormalities.

[0043] Then, the engine control circuit 21 is performing the lock discharge control program of drawing 9, when the lock of a lock pin 58 is canceled, it eases abnormality criteria, and it prevents beforehand the transitional thing of the real valve timing VT immediately after lock discharge which it shifts and is done to abnormalities for the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$ .

[0044] The lock discharge control program of drawing 9 which performs such control is performed repeatedly a predetermined period. Starting of this program judges first whether based on the signal and engine speed of a starting switch, there is any lock discharge demand at step 201. For example, after starting, if an engine speed goes up more

than a predetermined rotational frequency, it will judge with those with a lock discharge demand. If there is no lock discharge demand, this program will be ended, without performing subsequent processings, but if a lock discharge demand is, it progresses to step 202 and the lock discharge demand flag Relflag is switched to "ON", at the following step 204, lock discharge control will be performed and the lock of a lock pin 58 will be canceled. By passing the holding current for holding a cam shaft phase to a middle lock phase, applying oil pressure equally to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, a lock pin 58 is extruded from the lock hole 59 with that oil pressure to the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29, and a lock is canceled to it by this lock discharge control.

[0045] And lock discharge control is continued until it judges whether it is the no by which lock discharge of a lock pin 58 was detected and lock discharge is detected at step 204. Then, when lock discharge is detected, it progresses to step 205 and the lock discharge demand flag Relflag is switched to "OFF" which means those without a lock discharge demand. Then, at step 206, after resetting the time counter which counts the elapsed time C2 after lock discharge detection, the value C2 of this time counter is counted up (step 207), and the elapsed time C2 after lock discharge detection is measured.

[0046] Then, it judges whether the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeded predetermined time gamma at step 208. Here, although predetermined time gamma is good also as a fixed value which sets up the period which eases abnormality criteria at the time of lock discharge, and was beforehand set as it, predetermined time gamma may be set up with the map or formula which makes a parameter temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature. If it does in this way, corresponding to a period until control of a cam shaft phase is stabilized by the oil temperature (viscosity of oil) changing, a period until it usually returns abnormality criteria to a value can be set up proper.

[0047] And in order to avoid transitional shifting and carrying out [ of the real valve timing VT immediately after lock discharge ] the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$  to abnormalities until the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeds predetermined time gamma, the abnormality decision value alpha of the abnormality criteria used by the abnormality judging program of drawing 8 , or both or either beta is eased (step 209). For example, the abnormality decision value alpha is enlarged or predetermined time beta is lengthened.

[0048] Then, when the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeds predetermined time gamma, it progresses to step 210 and abnormality criteria are usually returned to a value. In addition, processing of the above-mentioned steps 204-210 plays a role of an abnormality criteria relaxation means as used in the field of a claim.

[0049] The example of control at the time of performing the lock discharge control program of drawing 9 explained above is explained using the timing diagram of drawing 10 . When it judges that the engine speed went up after starting based on the signal and engine speed of a starting switch more than the predetermined rotational frequency, the lock discharge demand flag Relflag is switched to "ON." Thereby, lock discharge control is started, by

passing the holding current for holding a cam shaft phase to a middle lock phase at the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29, applying oil pressure equally to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, with the oil pressure, a lock pin 58 is extruded from the lock hole 59, and a lock is canceled.

[0050] Abnormality criteria are eased until it counts the elapsed time C2 after lock discharge detection with a time counter and the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeds predetermined time gamma, when this lock discharge is detected. Then, when the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeds predetermined time gamma, abnormality criteria are usually returned to a value.

[0051] Thus, if abnormality criteria are eased until the elapsed time C2 after lock discharge detection exceeds predetermined time gamma, the transitional thing of the real valve timing VT immediately after lock discharge which it shifts and is done to abnormalities for the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$  can be prevented beforehand. And also immediately after lock discharge, since abnormality judging processing is continuable by the eased abnormality criteria, if abnormalities have occurred, the abnormality can be detected at an early stage, and early detection of abnormalities and incorrect detection prevention can be reconciled.

[0052] Although the period which eases abnormality criteria was set up by the elapsed time C2 after lock discharge detection with the [operation gestalt (2)] above-mentioned implementation gestalt (1), with the operation gestalt (2) of this invention shown in drawing 11, the termination stage of the period which eases abnormality criteria by whether the real valve timing VT (cam shaft phase) remains in predetermined within the limits near a middle lock phase beyond predetermined time after lock discharge is judged. That is, in the condition with the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 out of balance, if the lock of a lock pin 58 is canceled, a cam shaft phase will be pushed on the moment of lock discharge by the side with high oil pressure, and it will change suddenly, but if the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 is balanced and it will be in a controllable condition about a cam shaft phase after that, a cam shaft phase will come to be controlled by desired value (near a middle lock phase). therefore, if the real valve timing VT remains in predetermined within the limits near a middle lock phase beyond predetermined time after lock discharge, it has been judged that control of the real valve timing VT was stabilized. In this case, even if it usually returns abnormality criteria to a value immediately, there is no transitional thing of the real valve timing VT immediately after lock discharge which it shifts and is done to abnormalities for the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$ .

[0053] In consideration of this point, relaxation/return of abnormality criteria are controlled by this operation gestalt (2) with the lock discharge control program of drawing 11. Also by this program, in steps 301-305, the same processing as steps 201-205 of drawing 9 is performed, the lock of a lock pin 58 is canceled according to a lock discharge demand, and the lock discharge demand flag Relflag is switched to "OFF."

[0054] Then, after detecting the real valve timing VT of an intake valve (the amount of real

tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) at step 306 based on the output signal of the crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19, it progresses to step 307 and judges whether the real valve timing VT is predetermined within the limits ( $VTA < VT < VTB$ ) near a middle lock phase. If the real valve timing VT is not predetermined within the limits near a middle lock phase Progress to step 308 and the time counter which counts the time amount C3 to which the real valve timing VT has fallen within the predetermined range near a middle lock phase is reset. In order to progress to step 311 and to avoid transitional shifting and carrying out [ of the real valve timing VT immediately after lock discharge ] the misjudgment law of the increase of  $\Delta VT$  to abnormalities The abnormality decision value  $\alpha$  of the abnormality criteria used by the abnormality judging program of drawing 8 , or both or either  $\beta$  is eased, and it returns to the above-mentioned step 306.

[0055] On the other hand, if the real valve timing VT is predetermined within the limits near a middle lock phase, it will progress to step 309, the value C3 of a time counter will be counted up, and the time amount C3 to which the real valve timing VT has fallen within the predetermined range near a middle lock phase will be counted. And if it judges whether this time amount C3 exceeded predetermined time and is not over predetermined time at the following step 310, it progresses to step 311, abnormality criteria are eased, and it returns to the above-mentioned step 306. The condition of having eased abnormality criteria is continued until the time amount C3 to which the real valve timing VT has fallen within the predetermined range near a middle lock phase exceeds predetermined time by repeating such processing.

[0056] Then, when the time amount C3 to which the real valve timing VT has fallen within the predetermined range near a middle lock phase exceeds predetermined time, it progresses to step 312 and abnormality criteria are usually returned to a value, at the following step 313, the value C3 of a time counter is reset and this program is ended.

[0057] With this operation gestalt (2) explained above, it can judge whether valve timing control was actually stabilized from the behavior of the real valve timing VT after lock discharge (cam shaft phase), abnormality criteria can usually be returned to a value, and incorrect detection of abnormalities can be prevented more certainly.

[0058] In the [operation gestalt (3)] above-mentioned implementation gestalt (1) and (2), when an engine speed went up after starting more than a predetermined rotational frequency, the lock of a lock pin 58 was canceled immediately, but if it does in this way, a lock pin 58 may be hard getting into the lock hole 59 at the time of an engine shutdown. For example, when suspending an engine 11 while an oil temperature seldom rises at the time of low temperature, the viscosity of the oil in a hydraulic circuit is large, oil cannot fall out from the lock hole 59 easily at the time of an engine shutdown, and a lock pin 58 is hard getting into the lock hole 59, since the fluidity of oil is bad. Such in a condition, if the lock of a lock pin 58 is canceled during engine operation, a lock pin 58 is hard getting into the lock hole 59 at the time of a subsequent engine shutdown, and a cam shaft phase may be unable to be locked with a middle lock phase.

[0059] So, with the operation gestalt (3) of this invention, lock discharge of a lock pin 58 is forbidden until it will be in the condition of being easy to move a cam shaft phase after starting, by lock discharge authorization / prohibition program of drawing 1212 . With this operation gestalt (3), it judges whether it is in the condition of being easy to move a cam shaft phase using the cooling water temperature which is the substitution information on an oil temperature in consideration of a motion of a cam shaft phase changing with the viscosity (oil temperature) of the oil in a hydraulic circuit.

[0060] Lock discharge authorization / prohibition program of drawing 12 is performed repeatedly periodically, and plays a role of a lock discharge prohibition means as used in the field of a claim. Starting of this program judges first whether cooling water temperature is lower than predetermined temperature at step 401. If cooling water temperature is lower than predetermined temperature, it will judge that the viscosity of the oil in a hydraulic circuit is large, and a lock pin 58 is hard that it gets into the lock hole 59, and will progress to step 402, and lock discharge will be forbidden. In this case, engine operation is continued with the condition of having made the lock pin 58 locking, and valve timing control is not performed.

[0061] Then, when cooling water temperature rises beyond predetermined temperature, it judges that it changed into the condition of being easy to move a cam shaft phase, and progresses to step 403, and lock discharge is permitted. In this case, if other lock conditions resolute are satisfied, lock discharge control will be performed, the lock of a lock pin 58 will be canceled, and the usual valve timing control will be started.

[0062] Since according to the operation gestalt (3) explained above lock discharge of a lock pin 58 was forbidden until it changed into the condition of being easy to move a cam shaft phase after starting, if an engine 11 is suspended before being in the condition of being easy to move a cam shaft phase after starting, where a cam shaft phase is locked by the lock pin 58, an engine 11 will stop. For this reason, it can start, where a cam shaft phase is certainly locked by the lock pin 58 at the time of next starting, and problems, such as startability aggravation by the poor lock and noise, can be avoided.

[0063] In addition, although it judged whether it was in the condition of being easy to move a cam shaft phase using cooling water temperature with this operation gestalt (3), you may judge whether it is in the condition of being easy to move a cam shaft phase using an oil temperature or engine temperature. Moreover, when the abnormalities of a valve timing control system are detected, a motion judges that it is bad and you may make it a cam shaft phase forbid lock discharge of a lock pin 58.

[0064] Although each operation gestalt explained above applies this invention to the adjustable valve timing control device of an intake valve, this invention may be applied to the adjustable valve timing control device of an exhaust air bulb. In addition, this invention may change the structure of a valve timing adjusting device suitably, and, in short, should just be the valve timing adjusting device of the method which locks a cam shaft phase with a middle lock phase.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole control system in which the operation gestalt (1) of this invention is shown

[Drawing 2] Drawing of longitudinal section of a valve timing adjusting device

[Drawing 3] The sectional view shown along with the A-A line of drawing 2

[Drawing 4] The sectional view shown along with the B-B line of drawing 2

[Drawing 5] The sectional view shown along with the C-C line of drawing 4

[Drawing 6] The partial expanded sectional view showing the lock condition of a lock pin

[Drawing 7] The partial expanded sectional view showing the lock discharge condition of a lock pin

[Drawing 8] The flow chart which shows the flow of processing of an abnormality judging program

[Drawing 9] The flow chart which shows the flow of processing of a lock discharge control program

[Drawing 10] The timing diagram which shows the example of control of an operation gestalt (1)

[Drawing 11] The flow chart which shows the flow of processing of the lock discharge control program in the operation gestalt (2) of this invention

[Drawing 12] The flow chart which shows the flow of processing of lock discharge prohibition / authorization judging program in the operation gestalt (3) of this invention

[Drawing 13] The sectional view of the conventional valve timing adjusting device

### [Description of Notations]

11 -- An engine (internal combustion engine), 12 -- A crankshaft, 13 -- Timing chain, 14 15 -- A sprocket, 16 -- An air inlet cam shaft, 17 -- Exhaust cam shaft, 18 -- A valve timing adjusting device (valve timing control means), 19 -- Cam angle sensor, 20 -- A crank angle sensor, 21 -- Engine control circuit (an abnormality criteria relaxation means, an abnormality judging means, lock discharge prohibition means), 28 [ -- Rota, 40 / -- A fluid room, 41 / -- A vane, 42 / -- A tooth-lead-angle room, 43 / -- A lag room, 53 / -- A solenoid, 54 / -- A spring, 58 / -- A lock pin (lock means), 59 / -- Lock hole. ] -- An oil pump, 29 -- A hydraulic control valve, 31 -- Housing, 35